焦虑个体抑制控制缺陷的研究现状和争议：基于注意控制理论视角

魏华[1]；周仁来[1,2*]
东南大学生物科学与医学工程学院，学习科学中心，儿童发展与学习科学教育部重点实验室，南京，210096
南京大学心理系，南京，210023

摘 要 根据注意控制理论的观点，焦虑会削弱个体的抑制控制功能。虽然这一假设得到了大量行为学和神经生理证据的支撑，但在高焦虑个体是增加还是减少自上而下注意控制资源来完成抑制控制任务这一核心问题上却存在较大争议。多种因素的存在造成了这一局面。理论解释本身存在明显的不足；实证研究中多种额外变量的存在导致已有研究结果的信效度较低。未来可以通过探索焦虑水平、注意控制水平和抑制控制之间的关系来解决这一争议。

关键词 焦虑；抑制控制缺陷；注意控制理论；注意控制

1. 引言

焦虑是个体经历的一种不愉快的情绪体验或心理状态。作为一种人类进化过程中产生的基本情绪，适度的焦虑有其适应意义，但是高焦虑对个体的认知能力具有明显的损害作用(Bishop, 2007; Eysenck, Nazanin, Rita, & Calvo, 2007)。实验研究发现特质焦虑、考试焦虑都对个体的认知能力具有消极影响(Derakshan & Eysenck, 2009; Eysenck & Derakshan, 2011; Von der Embse, Jester, Roy, & Post, 2018)。这种消极影响不仅表现在高焦虑个体对威胁性刺激（例如，威胁性的人脸图片和词语等）存在注意偏向(Mogg & Bradley, 2018; Yair, Dominique, Lee, Bakermans-Kranenburg, & Ijzendoorn, 2007)，而且表现在高焦虑个体在对非威胁性的刺激或者个体行为的抑制控制上存在缺陷(Berggren & Derakshan, 2013a; Derakshan & Eysenck, 2009; Eysenck & Derakshan, 2011; Eysenck et al., 2007)。这一问题在教育领域尤其突出，Von der Embse 等人（2018）综述了 1988 年以来有关考试焦虑和包括标准化考试、大学入学考试等在内的多种考试成绩的相关研究发现，考试焦虑和考试成绩存在显著的负相关关系。因此，越来越多的研究者开始关注焦虑削弱认知能力的产生机制。

收稿日期：2018-12-14
*江苏高校哲学社会科学重点研究基地重大项目（2015JDXM001），南京大学双创示范基地重点项目（SCJD0406）和东南大学基本科研业务费资助项目(CDLS-2018-05)资助。
通讯作者：周仁来，E-mail：rlzhou@nju.edu.cn

无论是早期的认知干扰理论和加工效能理论，还是新近的注意控制理论都认为焦虑会损害个体的抑制控制能力(Eysenck et al., 2007; Von der Embse et al., 2018)。但是需要指出的是注意控制理论指出其理论的适用仅限定于特质焦虑、考试焦虑。抑制控制功能即个体的抑制功能，作为中央执行系统的核心成分，是一个涉及能够控制自己的注意力、行为、思想和/或情绪来压倒强烈的内在倾向或外在诱惑，而去做更合适或更需要事情的综合性系统(Diamond, 2013)。良好的抑制控制能力是个体完成注意、记忆等认知任务的基础，因此针对焦虑如何影响抑制功能的研究具有重要价值。然而在实际研究中，相关理论和实证研究却存在较大争议，严重阻碍了相关方面研究的发展(Berggren & Derakshan, 2013a; Bishop, 2009)。因此，本文将在全面梳理新近有关焦虑影响抑制功能相关研究成果的基础上，对研究争议可能的产生原因进行总结和分析。

2．焦虑个体抑制控制缺陷的理论解释：两种对立的观点

研究者于 2007 年在整合认知干扰理论、加工效能理论等理论基础上提出了目前被广泛认可的解释焦虑和抑制控制关系的理论——注意控制理论，注意控制理论假设焦虑会削弱中央执行系统的注意控制能力，进而会损害个体的认知能力(Derakshan & Eysenck, 2009; Eysenck & Derakshan, 2011; Eysenck et al., 2007)。中央执行系统并非一个单一维度的结构功能体，而是由不同但是紧密关联的结构体构成的一个综合系统。中央执行系统被认为包含至少三个相对独立的成分，分别是抑制（Inhibition）、转换（Shifting）和刷新（Updating）(Nigg, 2000)。根据注意控制理论的观点，中央执行系统的核心成分抑制和转换的完成主要需要注意控制功能的参与，刷新则主要需要记忆功能的参与，因此焦虑主要削弱个体的抑制和转换功能。而且越来越多的研究发现，焦虑可能和抑制功能的削弱，也就是抑制控制缺陷相关更显著(Olatunji, Cisler, & Deacon, 2010; Reinholdt-Dunne, Mogg, & Bradley, 2013)。

抑制控制的完成依赖于注意控制系统的正常运作，注意控制系统是一个由目标驱动的自上而下过程和一个由刺激驱动的自下而上过程构成的稳定系统(Corbetta & Shulman, 2002)。注意控制理论认为，正常情况下个体的这一系统处于动态平衡状态。但高焦虑个体的注意控制系统的平衡性较低，这表现在高焦虑个体更容易被内在的分心刺激（担忧性思维）和外界的无关信息所干扰。担忧性思维使得高焦虑个体自上而下目标控制系统的效率降低，而当外界刺激性信息是威胁性时，高焦虑个体比低焦虑个体更容易受影响，这时候高焦虑个体对威胁性信息存在注意偏向，个体自下而上的注意控制系统受威胁性刺激的干扰，导致其注意控制系统的动态平衡进一步被打破(Eysenck et al., 2007)。此外，注意控制理论接受了加工效能

理论的观点，认为焦虑首先阻碍了加工效能，而不是操作成绩。“加工效能”这一指标最早由加工效能理论提出，后被注意控制理论所接受。根据加工效能理论的观点，操作成绩是任务的完成质量，一般用正确率来衡量，而加工效能则是操作成绩和付出努力之间的关系，行为学研究中一般用反应时来衡量，而在神经生理的研究中则可以由反映个体自上而下注意控制资源卷入程度的神经指标来衡量(Eysenck et al., 2007)。由于焦虑个体更期望完成目标，往往会付出更多注意控制资源来完成任务。因此，与低焦虑个体相比，高焦虑个体在完成抑制控制任务时，虽然表现为加工效能降低，但其操作成绩不受影响。当然操作成绩并不是永远不受焦虑的影响，注意控制理论进一步指出，如果当前任务对注意控制资源的需求较高，高焦虑个体无法通过自上而下付出更多注意控制资源或者额外的努力来完成当前任务，操作成绩同样会被削弱(Eysenck et al., 2007)。

虽然注意控制理论的相关假设具有合理性，且得到了大量实证研究结果的支持，但是反对者却对注意控制理论有关高焦虑个体为完成抑制控制任务会自上而下付出更多注意控制资源这一核心假设提出了不同看法(Bishop, 2009)。Bishop 虽然认同注意控制理论有关高焦虑个体存在注意控制不足的观点，但并不赞同注意控制理论有关高焦虑个体会通过降低加工效能来维持操作成绩不受影响这一假设。Bishop 接受并发展了 Lavie 的知觉负荷理论观点(Lavie, Hirst, De Fockert, & Viding, 2004)，认为当面临高知觉负荷水平的任务时，个体的注意资源完全被当前任务所占用，因此无论是高焦虑个体还是低焦虑个体的注意资源都不会被无关信息所干扰；但是当面临低知觉负荷水平的任务时，个体的注意资源不能被当前任务完全占用，个体就会出现容易被无关信息所干扰的现象，而由于高焦虑个体本身注意控制能力存在缺陷，相对的就更容易受无关信息的干扰(Bishop, 2007; Bishop, 2009; Bishop, Rob, & Lawrence, 2007)。基于此，Bishop 虽然认同高焦虑个体注意控制不足是导致抑制控制缺陷产生的重要原因，但是 Bishop 认为，在完成抑制控制任务过程中，高焦虑个体并不存在增加注意控制资源投入的现象。相反，高焦虑个体存在自上而下的注意控制资源卷入困难，高焦虑个体不会通过降低加工效能来维持操作成绩不受影响(Bishop, 2009)。

虽然注意控制理论受到了部分研究者的反对，但是注意控制理论的支持者们一直试图整合当前理论之间的争议。注意控制理论的支持者认为，高焦虑个体为完成抑制控制任务会自上而下付出更多注意控制资源这一假设的成立是存在前提条件的，即任务难度适当，高焦虑个体愿意且可以自上而下的付出更多注意控制资源来完成当前任务(Berggren & Derakshan, 2013a)。如果任务过于简单，高焦虑个体可能就不存在自上而下的付出更多注意控制资源来完成当前任务的动机，进而表现出自上而下注意控制资源的卷入不足；而当任务难度过大，

或者高焦虑个体处于威胁性环境下，可用的注意控制资源严重不足，高焦虑个体即使存在增加努力的动机，仍然会表现出自上而下注意控制资源的卷入不足(Berggren & Derakshan, 2013a)。虽然这一假设存在理论上的合理性，却缺少强有力的证据支撑，相关实证研究仍然存在较大争议。

3．焦虑个体抑制控制缺陷的实证研究

为了考察焦虑是否以及如何削弱个体的抑制控制能力，验证注意控制理论的相关假设，研究者采用多种研究手段进行了相关实证研究。针对特质焦虑为目标群体的研究中，焦虑的测量全部使用了状态特质焦虑问卷（State－Trait Anxiety Inventory, STAI）中的特质焦虑问卷部分进行测量。而针对考试焦虑为目标群体的研究中，多使用了考试焦虑问卷（Test Anxiety Inventory ,TAI）进行测量。抑制控制能力的测量范式虽然较多，但在绝大多数研究中，研究者往往仅选择一种实验范式。每种测量范式只能部分测量个体的抑制控制能力，但是每种抑制功能的完成都需要耗费注意控制资源，且现有研究表明焦虑对不同抑制控制功能的影响并没有差异(Berggren & Derakshan, 2013a; Eysenck et al., 2007)。但总结起来，抑制控制功能至少包含分心干扰抑制（Resistance to Distractor Interference）和优势反应抑制（Prepotent Response Inhibition）两种紧密相关但又存在认知过程差异的抑制控制功能(Friedman & Miyake, 2004)。因此，我们将分别阐述焦虑如何影响两种抑制控制能力。

3.1 行为学研究

焦虑影响抑制控制的相关行为学研究主要围绕验证注意控制理论的核心假设之一展开，即同低焦虑个体相比，高焦虑个体会付出更多注意控制资源来完成任务，实现目标，因此焦虑首先影响个体完成抑制控制任务时的加工效能而不是操作成绩(Derakshan & Eysenck, 2009; Eysenck et al., 2007)。行为学研究的逻辑如下，无论是分心干扰抑制还是优势反应抑制的测量任务包含至少两类任务，对照任务相对简单，基本不需要注意控制资源的消耗，而抑制控制任务则相对困难，需要耗费注意控制资源。根据注意控制理论的假设，个体在完成对照任务时，无论是反应时还是正确率，高低焦虑个体之间的差异都不显著，但是当个体完成抑制控制任务时，由于高焦虑个体会通过降低加工效能来维持操作成绩尽量不受影响，因此就会观察到高焦虑个体完成抑制控制任务的反应时显著长于低焦虑个体，但是高低焦虑个体在操作成绩上不存在显著差异。

3.1.1 焦虑削弱个体的分心干扰抑制能力

分心干扰抑制能力被认为是一种抵抗或解决外部环境中与当前任务无关信息干扰的能力，其中最为经典的代表性测量范式是侧抑制任务（Eriksen Flanker task）(Eriksen & Eriksen, 1974)；研究者使用 Flanker 任务研究特质焦虑影响个体分心干扰抑制能力发现，高特质焦虑个体在反应时上存在更大的干扰效应，而且干扰效应的增大主要源于高特质焦虑个体在完成不相容任务时反应时的增加，但在其研究中并未对高低特质焦虑个体的正确率进行差异性分析(Pacheco-Unguetti, Acosta, Callejas, & Lupiáñez, 2010)。在另一项研究中，研究者利用改编的 Flanker 任务再次验证了高特质焦虑个体在反应时上存在更大的干扰效应，同样干扰效应的增大主要源于高特质焦虑个体在完成不相容任务时反应时的增加，而高低特质焦虑个体在任务完成的正确率上不存在显著差异(Berggren & Derakshan, 2013b)。这些研究结果在一定程度上支持了注意控制理论的假设，即焦虑主要影响个体完成抑制控制任务的加工效能而不是操作成绩。但是并非所有行为学研究结果都支持注意控制理论的假设。研究者使用 Flanker 任务研究考试焦虑个体的分心干扰抑制能力，以高低考试焦虑个体为研究对象，非威胁情境下，并未发现两者在反应时上存在显著差异(Zhang, Zhou, & Zou, 2015)。

3.1.2 焦虑削弱个体的优势反应抑制能力

优势反应抑制能力是有意的抑制占支配地位的、自动的或占优势反应的能力，常用的测量范式包括反眼跳任务（Antisaccade task）、色词 Stroop 任务和 Go/Nogo 任务等(Friedman & Miyake, 2004; Hallett, 1978; Nigg, 2000)。

研究者利用反眼跳任务发现，高特质焦虑个体在完成反眼跳任务时（任务完成需要注意控制资源的消耗）的反应时显著长于低特质焦虑个体，而在完成朝向任务时（任务完成几乎不需要注意控制资源的消耗）未发现高低特质焦虑个体在反应时上存在显著差异，同时研究还表明，无论是完成反眼跳任务还是朝向任务，高低特质焦虑个体在正确率上都没有显著差异(Derakshan, Ansari, Hansard, Shoker, & Eysenck, 2009)。这支持了注意控制理论的假设，即焦虑主要影响个体完成抑制控制任务的加工效能而不是操作成绩。但研究者使用 Go/Nogo 任务研究特质焦虑个体优势反应抑制能力发现，以 Go 任务的反应时间为加工效能的指标，以 Go 任务的正确率或者 Nogo 任务的错误率为操作成绩指标，高低特质焦虑个体无论在加工效能还是在操作成绩上都不存在显著差异(Righi, Mecacci, & Viggiano, 2009; Sehlmeyer et al., 2010)。而在一项使用色词 Stroop 任务研究特质焦虑优势反应抑制能力的研究中，研究者发现高低特质焦虑个体在反应时上不存在显著差异，但高特质焦虑个体在不相容任务上存在

更高的错误率(Basten, Stelzel, & Fiebach, 2011)。

3.2 神经机制研究

焦虑影响抑制控制的神经机制研究逻辑如下：在完成对照任务时，由于任务简单，不会消耗过多的注意控制资源，因此高低焦虑个体在负责注意控制资源调配的相应脑区大脑活动情况不存在显著差异。而在完成抑制控制任务时，任务较难，需要消耗一定的注意控制资源，而由于高焦虑个体注意控制不足，其与注意控制相关脑区大脑活动情况则会显著不同于低焦虑个体。但是现有研究在完成抑制控制任务过程中，与注意控制相关脑区是激活增加还是降低这一问题上产生了较大争议(Berggren & Derakshan, 2013a)。

3.2.1 焦虑削弱个体的分心干扰抑制能力

根据注意控制理论的假设，高焦虑个体虽然存在注意控制不足，但是为了更好的完成任务，高焦虑个体会通过付出更多的注意资源来弥补这种缺陷。因此，在完成抑制控制任务时，与低焦虑个体相比，高焦虑个体负责注意控制资源调配的相应脑区活动会增强。研究者使用Flanker任务研究发现高特质焦虑个体比低特质焦虑个体在完成分心干扰抑制任务时在前额区有更大的N2波(Qi et al., 2014)。N2波是出现在刺激呈现后200ms～350ms的负波，通常被认为是反应抑制控制过程或冲突监控的一个重要指标(Folstein & Van Petten, 2008; Yeung, Botvinick, & Cohen, 2004)。因此，与低焦虑个体相比，高焦虑个体付出了更多注意控制资源来完成抑制控制任务。并非所有神经机制的研究结果都支持注意控制理论的假设。研究者使用Flanker范式结合情绪性线索研究特质焦虑个体分心干扰抑制能力时发现，在可怕的人脸出现后下，仅在低特质焦虑组发现相容条件下和不相容条件下的N2波幅差异显著，且与低特质焦虑个体相比，高特质焦虑个体不相容条件-相容条件的N2波幅差异显著降低，表现出冲突监控能力的下降，也就是说高特质焦虑个体表现出抑制分心干扰能力下降的现象，而没有出现增加注意控制资源卷入来解决抑制控制任务的现象(Dennis & Chen, 2009)。Bishop利用字母搜索任务发现，与出现中性人脸线索相比，在可怕的人脸出现后，高特质焦虑个体比低特质焦虑个体的杏仁核激活显著增加，而前额叶的激活则显著降低，但是这种现象仅出现在低知觉负荷下，而不出现在高知觉负荷下(Bishop et al., 2007)。更进一步，为了避免情绪性刺激对实验的干扰，Bishop让被试仅仅完成字母搜索任务，结果发现，在低知觉负荷条件下，个体的特质焦虑得分与背侧前额叶的激活强度（不相容条件-相容条件）显著负相关(Bishop, 2009)。这不仅支持了知觉负荷理论应用于研究高焦虑个体抑制控制缺陷的适用性。更重要

的是，其研究结果表明，高焦虑个体注意控制不足可能是自上而下注意资源卷入不足造成的，而不支持注意控制理论的相关假设。但需要指出的是，在Bishop的研究中，在低负荷任务中，任务过于简单，其创设的抑制控制任务可能并不涉及较大的冲突，并不需要大量的注意控制资源消耗(Bishop, 2009)。但是注意控制理论却恰恰认为只有当前任务消耗较多注意控制资源时，高焦虑个体才会通过自上而下付出更多注意控制资源来完成任务(Eysenck et al., 2007)。这无疑使得研究结果更具有争议性。

3.2.2 焦虑削弱个体的优势反应抑制能力

研究者结合Go/Nogo任务考察了特质焦虑个体在抑制优势反应时的脑电活动。结果表明，在完成Nogo任务时，高特质焦虑个体都比低特质焦虑个体在前额区表现出更大的N2波幅，也就是说高特质焦虑个体在完成优势反应任务时需要耗费更多的注意控制资源来完成任务(Righi et al., 2009; Sehlmeyer et al., 2010)。同时在一项使用Stop-Signal范式研究特质焦虑个体优势反应抑制能力的研究中发现，高特质焦虑个体比低特质焦虑个体在前额区表现出更大alpha波的去同步化，由于alpha 波的活动强度和相应脑区的皮层活动强度成反比，因此高焦虑个体分配了更多注意控制资源来抑制优势反应(Savostyanov et al., 2009)。为了直接探究焦虑个体在完成抑制控制过程中负责注意资源的调控脑区，即背外侧前额叶(Dorsal Lateral Prefrontal Cortex，DLPFC)的活动状态，研究者使用功能磁共振扫描技术（functional magnetic resonance imaging, fMRI）结合色词Stroop任务发现，与完成相容任务相比，完成非相容任务时，高特质焦虑个体比低特质焦虑个体在背外侧前额叶激活显著增加，同时发现高特质焦虑个体背外侧前额叶与抑制控制任务相关脑网络的其他区域，即下额联合区（inferior frontal junction area，IFJ）、背侧前扣带皮层(dorsal anterior cingulate cortex, dACC)和左侧梭状回（left fusiform gyrus）之间的功能连接性低(Basten et al., 2011)。背外侧前额叶被认为是注意控制的核心控制区(Aw, Cohen, Stenger, & Carter, 2000)，个体在完成抑制控制任务时，其激活增加表明高特质焦虑个体为完成抑制控制任务，采取了增加自上而下注意控制资源来弥补其注意控制不足的策略。但是研究者利用反眼跳范式发现高特质焦虑个体在刚要呈现被抑制的目标之前，在额区和中央区有更低的ERP活动，在反眼跳任务中，目标呈现前的ERP活动被认为反应了个体自上而下卷入注意控制资源用于抑制控制的神经指标，因此，高特质焦虑个体在完成抑制任务时表现出自上而下资源的卷入不足(Ansari & Derakshan, 2011)。这一研究结果则否定了注意控制理论的相关假设。

4. 现有研究的争议

多种因素造成了研究者在高焦虑个体是增加还是减少自上而下注意控制资源来完成抑制控制任务这一核心问题上未达成共识。但是总的来说，造成这种局面的原因，一方面是由于理论假设存在明显的不足，相关假设存在漏洞。另外一方面则是由于实证研究过程中没有很好的控制额外变量导致研究结果无法很好的验证相关理论假设是否成立。

4.1 理论假设存在争议

理论假设本身存在的争议主要体现在已有理论在解释高焦虑个体抑制控制缺陷发生机制的核心问题上存在漏洞。

一方面，现有理论假设的立足点是高焦虑削弱了个体的注意控制水平，进而导致个体抑制控制功能受损。这就默认了高焦虑情绪的出现是因，注意控制能力的受损是果。然而这一立足点却缺乏强有力的证据支撑，已有的研究虽然支持高焦虑个体会出现注意控制水平的下降，但是仅能证明焦虑水平和注意控制能力存在相关关系。相反，注意控制是个体情绪调节的重要资源，注意控制能力低反过来很可能是导致个体产生焦虑情绪的重要原因(Gagne, Osullivan, Schmidt, Spann, & Goldsmith, 2017; Ochsner & Gross, 2005; Opitz, Gross, & Urry, 2012)。有研究者通过实验发现，具有低注意控制能力的个体在经历特里尔社会应激测试(Trier Social Stress Test, TSST)后表现出焦虑水平的显著增加（以皮肤电活动为指标），相反却并未发现焦虑水平的变化引起个体的注意控制水平发生显著改变(Birk, Opitz, & Urry, 2017)。更有研究者指出，幼年期间的注意控制水平低甚至是 9 年之后的个体患一般性焦虑障碍的重要风险因素(Zainal & Newman, 2018)。同时，有研究者指出工作记忆刷新训练（dual n-back）能提高特质焦虑个体注意控制水平（以 theta/beta 的比值作为指标）和抑制控制能力（以 Flnaker 任务中反应时为指标）的同时降低了其特质焦虑水平(Sari, Koster, Pourtois, & Derakshan, 2016)。工作记忆刷新训练本质上是对注意控制能力的训练(Shipstead, Lindsey, Marshall, & Engle, 2014)。这些研究表明，注意控制水平低可能是焦虑产生的重要原因，因此现有理论相关假设的适用性有待进一步研究和确认。

另一方面，是焦虑的特质属性还是状态属性消耗了个体的注意控制资源仍然存在争议。虽然注意控制理论的支持者和 Bishop 认为特质焦虑而不是状态焦虑与注意控制资源的调配有关，也有相关研究证据支持了这一观点(Bishop, 2007; Eysenck et al., 2007)。 研究者使用 Flanker 任务研究个体的分心干扰抑制缺陷时，发现实验室中引发的状态焦虑变化并不会引起个体抑制控制水平变化(Pacheco-Unguetti et al., 2010)。 Bishop 通过研究表明，特质焦虑得

分与个体在完成抑制控制过程中前额叶的激活有关，而状态焦虑得分则与杏仁核的激活有关(Bishop et al., 2007)。但是从实验室研究的角度来讲，很难准确判定焦虑的特质属性和状态属性对注意控制水平变化的贡献作用。因为，在任务执行的过程中，尤其是在一些评价性情景中，高特质焦虑个体往往更容易表现出高水平的状态焦虑，因此，焦虑的特质属性和状态属性两者可能共同影响个体的注意控制水平。

4.2 实证研究结果存在争议

实证研究中混杂着多种额外变量造成相关研究结果的信效度较低。

首先，不同实验范式认知过程存在较大差异。抑制控制的复杂性使得大多数研究者仅仅考察了个体单一的抑制控制能力，虽然现有理论及相关研究并没有针对焦虑对不同的抑制控制能力的影响是否存在差异做出说明，但是这仍然可能是造成研究存在争议的重要原因。一方面，分心干扰抑制和优势反应抑制之间认知过程的差异可能是造成结果存在差异的一个重要原因(Brydges, Anderson, Reid, & Fox, 2013; Brydges et al., 2012; Velzen, Chris, Wit, & Heuvel, 2014)。例如，分心干扰抑制的测量任务 Flanker 任务和优势反应抑制的测量任务 Go/Nogo 任务在认知过程上存在显著不同(Brydges et al., 2012; Giuseppe et al., 2010)。Go/Nogo 任务是一个停止一切反应的过程，而 Flanker 任务则是一个抑制无关信息干扰然后做出正确反应的过程。而从两种任务的执行难度来讲，完成分心干扰抑制任务需要耗费相对较多的注意控制资源(Brydges et al., 2012)。另外一方面，即使是测量同一种抑制控制能力的实验任务之间也存在认知过程的差异。例如，Go/Nogo 任务和 Stop-Signal 任务虽然都是测量个体的优势反应抑制能力，但是 Go/Nogo 任务和 Stop-Signal 任务分别对应动作的停止和取消，反应了个体抑制控制的中期和后期阶段(Sebastian et al., 2013)。也就是说虽然不同抑制控制测量范式都体现了个体的抑制控制能力，但并不能完全等价于个体完整的抑制控制能力，这无疑会增加相关研究的争议性。

其次，研究过程中使用的抑制控制加工效能和操作成绩衡量指标的有效性存在争议。在行为学研究中，通常以反应时作为加工效能指标，以正确率作为操作成绩的指标。有研究者指出，反应时仅仅是加工效能的一个间接指标，因此，导致在很多行为学研究中并未发现高低焦虑个体在反应时上存在显著差异，然而这显然不能够完全解释已有研究之间结果的矛盾(Eysenck & Derakshan, 2011)。反应时和正确率作为加工效能和操作成绩衡量指标的有效性存在问题也可能是一个重要原因。例如，在 Go/Nogo 任务完成中，很多被试在 Go 任务上可能达到百分之百的正确率，这就忽略了个体为完成抑制控制任务时区分 Go 刺激和 Nogo 刺

激时所采用的判断标准差异。完成抑制控制任务过程中，有的被试可能采取相对保守的策略，而有的被试则更倾向于牺牲正确率来获得更短的反应时间。为了克服这一不足，有研究者使用 Go/Nogo 实验范式研究特质焦虑个体的优势反应抑制能力时，引入信号检测论的 d′作为操作成绩的指标，而以 d′和 Go 任务正确试次反应时间的比值作为加工效能的指标，结果发现特质焦虑同时损害了个体完成抑制控制任务的加工效能和操作成绩(Edwards, Edwards, & Lyvers, 2017)。而在相关神经机制的研究上，加工效能指标的有效性同样存在争论。在 Flanker 任务中，通常以 N2 成分作为抑制控制过程的反应指标，然而有研究者却指出，在经典的 Flanker 任务中，即当相容任务和不相容任务的呈现次数相同时，并未发现典型的 N2 成分，进而指出以往研究中观察到的 N2 成分可能是额叶部分的 P3 成分(Kałamała, Szewczyk, Senderecka, & Wodniecka, 2018)。而且对于 N2 成分到底反应了对冲突的监控还是抑制控制仍然存在争议(Groom & Cragg, 2015)。因此，相关使用 N2 成分为抑制控制过程指标研究焦虑个体抑制控制缺陷神经机制的结果就需要进一步确定。

第三，任务难度和认知负荷可能是影响实验结果的重要因素。一方面，根据注意控制理论的假设，如果任务过于简单，高焦虑个体可能就不存在自上而下的付出更多注意控制资源来完成当前任务的动机，进而表现出自上而下注意控制资源的卷入不足(Berggren & Derakshan, 2013a)。而另外一方面，当前可用的注意资源充足的情况下，高焦虑个体抑制控制缺陷可能并不明显，但是当任务难度增大，或者注意资源被其他任务占用时，可用的注意控制资源无法完全应对当前的任务，焦虑对抑制控制损害作用的影响才表现出来(Eysenck et al., 2007)。研究者使用双任务范式对这一问题进行了研究，发现在低认知负荷下，焦虑对加工效能影响不存在显著差异，或者差异较小，而在高认知负荷下，焦虑对加工效能的影响才会出现或者显著增加(Berggren, Koster, & Derakshan, 2012; Najmi, Amir, Frosio, & Ayers, 2015)。例如在 Qi 等人(2014)的研究中，被试完成 Flanker 任务的同时需要完成高负荷或低负荷的工作记忆任务，结果发现，仅在高工作记忆负荷条件下，高特质焦虑个体比低特质焦虑个体在反应时和 N2 波幅上都表现出更大的干扰效应。最后，正如注意控制理论所指出的，当抑制控制任务的完成对注意控制资源的要求变的非常高的时候，或者可用的注意控制资源非常有限时，我们必须考虑注意控制资源本身是有限的，高焦虑个体可能无法通过自上而下的付出更多注意控制资源的方式来完成抑制控制任务。但是在现实的研究过程中，我们很难在一个研究中控制所有变量，这无疑降低了研究的可靠性。

最后，个体本身的动机水平和工作记忆能力可能是混淆研究结果的重要变量(Diamond, 2013; Kouneiher, Charron, & Koechlin, 2009)。根据注意控制理论的假设，高焦虑个体注意控

制资源虽然被消耗，但是为了更好的完成任务会付出更多的努力，尤其是在任务难度足够或者目标明确的时候。因此，注意控制理论这一假设成立的前提就是高焦虑个体存在付出更多努力来完成目标的动机。而当个体动机低时，高焦虑个体可能就不会付出更多努力来完成任务(Edwards et al., 2017)；更有研究发现，高焦虑个体可能倾向于更为迅速去完成任务，完成相关任务的反应时反而更短(Basten et al., 2011)。而在特定的环境下，例如，考试压力环境下，或者对任务的完成有时间限制的背景下，低焦虑可能同样存在较高的努力动机。因此，我们可能就无法观察到高低焦虑个体在反应时上存在显著差异。因此，个体本身的动机水平变化可能会混淆相关研究结果。此外，个体本身工作记忆能力可能是造成不同研究之间结果存在差异的另一个重要原因，抑制控制的顺利完成依赖于良好工作记忆能力(Diamond, 2013)，高工作记忆能力个体已经被证实存在更好的抑制控制能力(Unsworth, Schrock, & Engle, 2004)。研究者通过实验发现高工作记忆能力可以抵消特质焦虑对个体优势反应抑制能力的消极影响(Wright, Dobson, & Sears, 2014)。因此，具备高工作记忆能力的个体本身抑制控制能力占优势，可以轻松应对抑制控制任务。相对应的，高焦虑对具备高工作记忆能力个体抑制控制能力的削弱作用则会不明显。

5．展望

尽管有关焦虑抑制控制缺陷的相关理论不断发展，实证研究不断出现，但是研究者却未能在这一问题的解释上达成共识。本文在总结最新的相关研究成果的基础上，对相关可能的原因，从理论和实证研究两方面进行了总结和分析，这也为未来相关研究提出了可行的方向。

针对理论解释存在的争议问题，开展高焦虑个体的干预研究可能是解开当前研究困境的良好途径。首先，针对目前两种对立的理论观点，其争议的焦点是个体在完成抑制控制过程中，前额叶等注意控制相关的脑区的活动状态是什么？而使用可以直接改变大脑相关脑区活动状态的干预手段，例如经颅电刺激，通过增强或降低相关脑区的活动状态，探究相关脑区活动状态和抑制控制任务完成中加工效能和操作成绩的关系可能是解决相关争论的有效方法(Ironside et al., 2017; Miler, Meron, Baldwin, & Garner, 2018)。其次，采用现有的成熟的注意控制训练方法，例如正念训练，工作记忆训练等对高焦虑个体的注意控制能力进行训练，监测注意控制水平和焦虑水平的变化关系，有助于理解焦虑和注意控制不足之间的关系(Leone de Voogd, Wiers, Zwitser, & Salemink, 2016; Sari et al., 2016; Xiu, Wu, Chang, & Zhou, 2018)。而通过监测注意控制水平和特质焦虑以及状态焦虑水平的变化关系有利于解释焦虑的特质属性还是状态属性影响了个体的注意控制水平。

而针对现有实证研究结果存在较大争议的问题，并没有一条很好的解决方法。因为造成现有研究结果存在争议的一个重要原因正是由于焦虑和抑制控制本身的复杂性造成的。因此，我们应该在今后的研究中特别注意对额外变量的控制，这是保证研究结果具有良好信效度的基本前提。与此同时，通过对相关可能混淆研究结果的因素的分析和研究有利于我们更好的研究焦虑和抑制控制。首先，不同抑制控制测量范式的结果存在差异可能说明焦虑个体在抑制控制的不同成分上的受损情况存在差异，如果能确定高焦虑个体在不同抑制控制成分上的受损差异，我们就可以采取更有针对性的抑制控制缺陷干预手段(Maraver, Bajo, & Gomez-Ariza, 2016)。其次，寻找抑制控制能力更为有效的加工效能和操作成绩衡量指标是推动抑制控制研究的必然要求，如果指标本身有效性存在问题，相关研究结果的信效度就不能得到良好的保证。第三，任务难度和认知负荷对高焦虑个体抑制控制影响的研究有利于增进对我们对焦虑抑制控制缺陷产生机制的认识，完善相关理论解释。基于高焦虑个体本身存在注意控制不足这一假设，在双任务实验范式中，高工作记忆负荷下高焦虑个体抑制控制缺陷更明显。而这一结果反过来也是证明高焦虑个体抑制控制缺陷的产生原因是高焦虑个体本身可用的注意控制资源不足的有利证据。最后，造成现有研究结果存在较大争议的一个重要的原因就是忽略了个体差异的影响。因此，个体本身的动机和工作记忆能力对高焦虑个体抑制控制缺陷的调节作用研究有益于更好的认识高焦虑个体抑制控制缺陷的产生机制。

参考文献

Ansari, T. L., & Derakshan, N. (2011). The neural correlates of impaired inhibitory control in anxiety. *Neuropsychologia, 49*(5), 1146-1153.

Aw, M. D., Cohen, J. D., Stenger, V. A., & Carter, C. S. (2000). Dissociating the role of the dorsolateral prefrontal and anterior cingulate cortex in cognitive control. *Science, 288*(5472), 1835-1838.

Basten, U., Stelzel, C., & Fiebach, C. J. (2011). Trait anxiety modulates the neural efficiency of inhibitory control. *Journal of Cognitive Neuroscience, 23*(10), 3132-3145.

Berggren, N., & Derakshan, N. (2013a). Attentional control deficits in trait anxiety: Why you see them and why you don’t. *Biological Psychology, 92*(3), 440-446.

Berggren, N., & Derakshan, N. (2013b). The role of consciousness in attentional control differences in trait anxiety. *Cognition and Emotion, 27*(5), 923-931.

Berggren, N., Koster, E. H. W., & Derakshan, N. (2012). The effect of cognitive load in emotional attention and trait anxiety: An eye movement study. *Journal of Cognitive Psychology, 24*(1), 79-91.

Birk, J. L., Opitz, P. C., & Urry, H. L. (2017). Distractibility as a precursor to anxiety: Preexisting

attentional control deficits predict subsequent autonomic arousal during anxiety. *Biological Psychology, 122*, 59-68.
Bishop, S. J. (2007). Neurocognitive mechanisms of anxiety: An integrative account. *Trends in Cognitive Sciences, 11*(7), 307-316.
Bishop, S. J. (2009). Trait anxiety and impoverished prefrontal control of attention. *Nature Neuroscience, 12*(1), 92–98..
Bishop, S. J., Rob, J., & Lawrence, A. D. (2007). Neural processing of fearful faces: Effects of anxiety are gated by perceptual capacity limitations. *Cerebral Cortex, 17*(7), 1595–1603.
Brydges, C. R., Anderson, M., Reid, C., & Fox, A. M. (2013). Maturation of cognitive control: Delineating response inhibition and interference suppression. *PloS One, 8*(7).
Brydges, C. R., Clunies-Ross, K., Clohessy, M., Lo, Z. L., Nguyen, A., Rousset, C., et al. (2012). Dissociable components of cognitive control: An event-related potential (erp) study of response inhibition and interference suppression. *PloS One, 7*(3), e34482.
Corbetta, M., & Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience, 3*(3), 201-215.
Dennis, T. A., & Chen, C. C. (2009). Trait anxiety and conflict monitoring following threat: An ERP study. *Psychophysiology, 46*(1), 122-131.
Derakshan, N., Ansari, T. L., Hansard, M., Shoker, L., & Eysenck, M. W. (2009). Anxiety, inhibition, efficiency, and effectiveness: An investigation using the antisaccade task. *Experimental Psychology, 56*(1), 48-55.
Derakshan, N., & Eysenck, M. W. (2009). Anxiety, processing efficiency, and cognitive performance: New developments from attentional control theory. *European Psychologist, 14*(2), 168-176.
Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology, 64*, 135-168.
Edwards, M. S., Edwards, E. J., & Lyvers, M. (2017). Cognitive trait anxiety, stress and effort interact to predict inhibitory control. *Cognition and Emotion, 31*(4), 671-686.
Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. (1974). Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics, 16*(1), 143-149.
Eysenck, M. W., & Derakshan, N. (2011). New perspectives in attentional control theory. *Personality and Individual Differences, 50*(7), 955-960.
Eysenck, M. W., Nazanin, D., Rita, S., & Calvo, M. G. (2007). Anxiety and cognitive performance: Attentional control theory. *Emotion, 7*(2), 336-353.
Folstein, J. R., & Van Petten, C. (2008). Influence of cognitive control and mismatch on the N2 component of the erp: A review. *Psychophysiology, 45*(1), 152-170.
Friedman, N. P., & Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions: A latent-variable analysis. *Journal of Experimental Psychology: General, 133*(1), 101-135.
Gagne, J. R., Osullivan, D. L., Schmidt, N. L., Spann, C. A., & Goldsmith, H. H. (2017). The shared etiology of attentional control and anxiety: An adolescent twin study. *Journal of Research on Adolescence, 27*(1), 122-138.
Giuseppe, B., Goldberg, T. E., Thomas, W., Saumitra, D., Philip, K., Brad, Z., et al. (2010). Brain regions underlying response inhibition and interference monitoring and suppression. *European Journal of Neuroscience, 23*(6), 1658-1664.
Groom, M. J., & Cragg, L. (2015). Differential modulation of the N2 and P3 event-related potentials by response conflict and inhibition. *Brain & Cognition, 97*, 1-9.

Hallett, P. (1978). Primary and secondary saccades to goals defined by instructions. *Vision Research, 18*(10), 1279-1296.

Ironside, M., Browning, M., Ansari, T., Harvey, C., Sekyi-Djan, M., Bishop, S., et al. (2017). Prefrontal cortex regulates amygdala response to threat in trait anxiety. *BioRxiv*, 215699.

Kałamała, P., Szewczyk, J., Senderecka, M., & Wodniecka, Z. (2018). Flanker task with equiprobable congruent and incongruent conditions does not elicit the conflict N2. *Psychophysiology, 55*(2), e12980.

Kouneiher, F., Charron, S., & Koechlin, E. (2009). Motivation and cognitive control in the human prefrontal cortex. *Nature Neuroscience, 12*(7), 939-945.

Lavie, N., Hirst, A., De Fockert, J. W., & Viding, E. (2004). Load theory of selective attention and cognitive control. *Journal of Experimental Psychology: General, 133*(3), 339-354.

Leone de Voogd, E., Wiers, R. W., Zwitser, R. J., & Salemink, E. (2016). Emotional working memory training as an online intervention for adolescent anxiety and depression: A randomised controlled trial. *Australian Journal of Psychology, 68*(3), 228-238.

Maraver, M. J., Bajo, M. T., & Gomez-Ariza, C. J. (2016). Training on working memory and inhibitory control in young adults. *Frontiers in Human Neuroscience, 10*(e0142169), 588.

Miler, J. A., Meron, D., Baldwin, D. S., & Garner, M. (2018). The effect of prefrontal transcranial direct current stimulation on attention network function in healthy volunteers. *Neuromodulation, 21*(4), 355-361.

Mogg, K., & Bradley, B. P. (2018). Anxiety and threat-related attention: Cognitive-motivational framework and treatment. *Trends in Cognitive Sciences, 22*(3), 225-240.

Najmi, S., Amir, N., Frosio, K. E., & Ayers, C. (2015). The effects of cognitive load on attention control in subclinical anxiety and generalised anxiety disorder. *Cognition and Emotion, 29*(7), 1210-1223.

Nigg, J. T. (2000). On inhibition/disinhibition in developmental psychopathology: Views from cognitive and personality psychology and a working inhibition taxonomy. *Psychological Bulletin, 126*(2), 220-246.

Ochsner, K. N., & Gross, J. J. (2005). The cognitive control of emotion. *Trends in Cognitive Sciences, 9*(5), 242-249.

Olatunji, B. O., Cisler, J. M., & Deacon, B. J. (2010). Efficacy of cognitive behavioral therapy for anxiety disorders: A review of meta-analytic findings. *Psychiatric Clinics, 33*(3), 557-577.

Opitz, P. C., Gross, J. J., & Urry, H. L. (2012). Selection, optimization, and compensation in the domain of emotion regulation: Applications to adolescence, older age, and major depressive disorder. *Social and Personality Psychology Compass, 6*(2), 142-155.

Pacheco-Unguetti, A. P., Acosta, A., Callejas, A., & Lupiáñez, J. (2010). Attention and anxiety: Different attentional functioning under state and trait anxiety. *Psychological science, 21*(2), 298-304.

Qi, S., Zeng, Q., Luo, Y., Duan, H., Ding, C., Hu, W., et al. (2014). Impact of working memory load on cognitive control in trait anxiety: An ERP study. *PloS One, 9*(11), e111791.

Reinholdt-Dunne, M. L., Mogg, K., & Bradley, B. P. (2013). Attention control: Relationships between self-report and behavioural measures, and symptoms of anxiety and depression. *Cognition and Emotion, 27*(3), 430-440.

Righi, S., Mecacci, L., & Viggiano, M. P. (2009). Anxiety, cognitive self-evaluation and performance: Erp correlates. *Journal of Anxiety Disorders, 23*(8), 1132-1138.

Sari, B. A., Koster, E. H., Pourtois, G., & Derakshan, N. (2016). Training working memory to improve

attentional control in anxiety: A proof-of-principle study using behavioral and electrophysiological measures. *Biological Psychology, 121*, 203-212.

Savostyanov, A. N., Tsai, A. C., Liou, M., Levin, E. A., Lee, J.-D., Yurganov, A. V., et al. (2009). Eeg-correlates of trait anxiety in the stop-signal paradigm. *Neuroscience Letters, 449*(2), 112-116.

Sebastian, A., Pohl, M. F., Klöppel, S., Feige, B., Lange, T., Stahl, C., et al. (2013). Disentangling common and specific neural subprocesses of response inhibition. *NeuroImage, 64*(1), 601-615.

Sehlmeyer, C., Konrad, C., Zwitserlood, P., Arolt, V., Falkenstein, M., & Beste, C. (2010). Erp indices for response inhibition are related to anxiety-related personality traits. *Neuropsychologia, 48*(9), 2488-2495.

Shipstead, Z., Lindsey, D. R. B., Marshall, R. L., & Engle, R. W. (2014). The mechanisms of working memory capacity: Primary memory, secondary memory, and attention control. *Journal of Memory & Language, 72*(1), 116-141.

Unsworth, N., Schrock, J. C., & Engle, R. W. (2004). Working memory capacity and the antisaccade task: Individual differences in voluntary saccade control. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 30*(6), 1302-1321.

Velzen, L. S., Van, Chris, V., Wit, S. J., De, & Heuvel, O. A., Van Den. (2014). Response inhibition and interference control in obsessive-compulsive spectrum disorders. *Frontiers in Human Neuroscience, 8*, 419.

Von der Embse, N., Jester, D., Roy, D., & Post, J. (2018). Test anxiety effects, predictors, and correlates: A 30-year meta-analytic review. *Journal of Affective Disorders, 227*, 483-493.

Wright, C. A., Dobson, K. S., & Sears, C. R. (2014). Does a high working memory capacity attenuate the negative impact of trait anxiety on attentional control? Evidence from the antisaccade task. *Journal of Cognitive Psychology, 26*(4), 400-412.

Xiu, L., Wu, J., Chang, L., & Zhou, R. (2018). Working memory training improves emotion regulation ability. *Scientific Reports, 8*(1), 15012.

Yair, B. H., Dominique, L., Lee, P., Bakermans-Kranenburg, M. J., & Ijzendoorn, M. H., Van. (2007). Threat-related attentional bias in anxious and nonanxious individuals: A meta-analytic study. *Psychological Bulletin, 133*(1), 1-24.

Yeung, N., Botvinick, M. M., & Cohen, J. D. (2004). The neural basis of error detection: Conflict monitoring and the error-related negativity. *Psychological Review, 111*(4), 931-959.

Zainal, N. H., & Newman, M. G. (2018). Executive function and other cognitive deficits are distal risk factors of generalized anxiety disorder 9 years later. *Psychological Medicine , 48*(12), 2045-2053.

Zhang, H., Zhou, R., & Zou, J. (2015). Modulation of executive attention by threat stimulus in test-anxious students. *Frontiers in Psychology, 6*, 1486.

Research status and controversy of inhibitory control deficits in anxiety: A perspective from attentional control theory

Hua WEI[1]; Renlai ZHOU[1,2*]

1. Key Laboratory of Child Development and Learning Science of Ministry of Education,

Research Center for Learning Science, School of Biological Sciences & Medical Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China
2. Department of Psychology, Nanjing University, Nanjing 210023, China

Abstract: According to attentional control theory, anxiety could impair the inhibitory control. Although this hypothesis has been supported by numerous behavioral and neurophysiological evidences, there is considerable controversy on whether the high anxiety individual increases or decreases the top-down attentional resources in order to accomplish the inhibitory control task. This problem may be caused by a variety of factors. The theoretical interpretation itself has obvious deficiencies. Moreover, multiple extraneous variables results in lower reliability and validity of the empirical research results. To resolve this controversy, future research should try to explore the relationship between anxiety level, attentional control level and inhibitory control.

Keywords: anxiety; inhibitory control deficit; attentional control theory; attentional control